

**REUSO EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION DE
OS PRODUCTOS DERIVADOS DE LA COMBUSTIÓN DEL
CARBÓN
DE LA PLANTA DE ENERGIA AES PUERTO RICO**

Geannette M. Siberón, P.E., BS Che
Applied Energy Systems of Puerto Rico
Road #3 km 142.0 Bo. Jobos, Guayama, PR 00785

**V CONGRESO DE LA IV REGIÓN DE LA
ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERIA
SANITARIA Y AMBIENTAL**

Asunción, Paraguay

23 al 25 de mayo de 2005

REUSO EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION DE LOS PRODUCTOS DERIVADOS DE LA COMBUSTIÓN DEL CARBÓN DE LA PLANTA DE ENERGIA DE AES EN PUERTO RICO

Geannette M. Siberón, P.E., BS Che

Applied Energy Systems of Puerto Rico, Road #3 km 142.0 Bo. Jobos, Guayama, PR 00785

INTRODUCCIÓN

AES Puerto Rico, es una moderna central eléctrica de cogeneración localizada en Guayama, en la costa sur-este de Puerto Rico. La facilidad comenzó su operación comercial el 29 de noviembre de 2002. AES PR se diseñó para producir y vender hasta 454 megavatios (la producción de red) de electricidad a la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico y hasta 290,000 libras por hora del vapor de baja y alta presión a la vecina petroquímica Chevron Phillips desarrollando una de varias relaciones simbióticas industriales. La central consiste de dos calderas, una turbina de vapor, torres de enfriamiento, sistemas de tratamiento de agua, sistemas de manejo y almacenaje del carbón, piedra caliza y los productos derivados de la combustión del carbón y sistema de manufactura de agregado. Las calderas queman carbón utilizando una moderna tecnología de cama-fluidizada circulante ("CFB") con sistemas de monitoreo continuo y/o control de emisiones de NOx, SOx, CO2, opacidad y materia particulada.

La tecnología de (CFB) de cama -fluidizada circulante comenzó a penetrar la industria de la energía a mediados de 1980, Applied Energy Systems (AES) fué uno de los pioneros en adoptarla. La tecnología de CFB ha sido clasificada como la Tecnología de Combustión mas Limpia. AES PR utiliza la tecnología "CFB", lo cual propició subir la escala a nuestros estándares en el ámbito de reducir emisiones, aumentar la eficiencia, recuperación del producto secundario, y otros factores del diseño y el desempeño. La pericia de la compañía es reforzada por su enfoque a extraer el mayor valor holístico de una central eléctrica de carbón con el menor impacto ambiental.

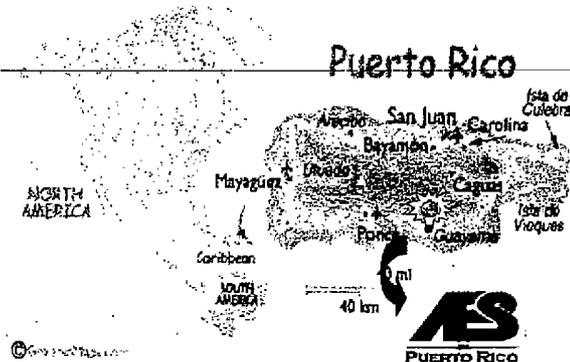


Figura 1: Localización de AES PR

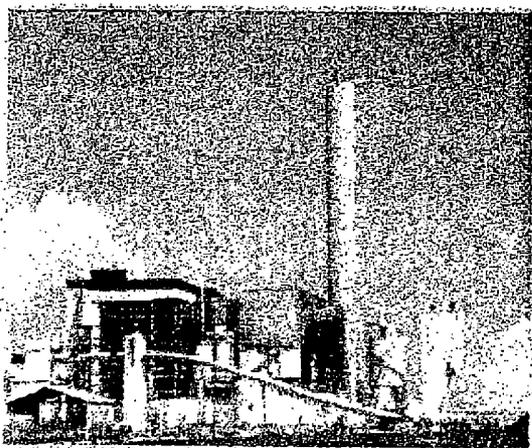


Figura 2: Vista de AES PR y su chimenea de 400 pies de altura, la más alta de PR.



Figura 3: Moderno cuarto de Control

AES Puerto Rico puso en práctica los principios de la ecología y la simbiosis industrial. El suministro de vapor de alta y baja presión a una facilidad petroquímica vecina logra retirar de operación cuatro calderas industriales que usan petróleo residual de alto contenido de azufre reduciendo las emisiones de contaminantes criterios, especialmente de SOx. Las aguas residuales y los sólidos generados en el sistema de tratamiento de agua son reusados en el procesamiento interno de agregado manufacturado, mezclándose los productos secundarios de combustión de carbón, agua y residuos del sistema de tratamiento de agua. Las aguas tratadas ó la descarga de la Planta Pública de Tratamiento de Aguas Residuales Regional (AAA) es la fuente principal de agua de remplazo para las torres de enfriamiento. Ésta estrategia reclama y desvía aproximadamente 4 millones de galones diarios de agua residual tratada que normalmente eran descargados a las Bahía Las Mareas (al mar) protegiendo ésta hermosa zona marítima.

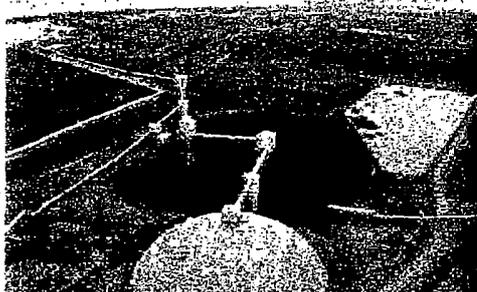
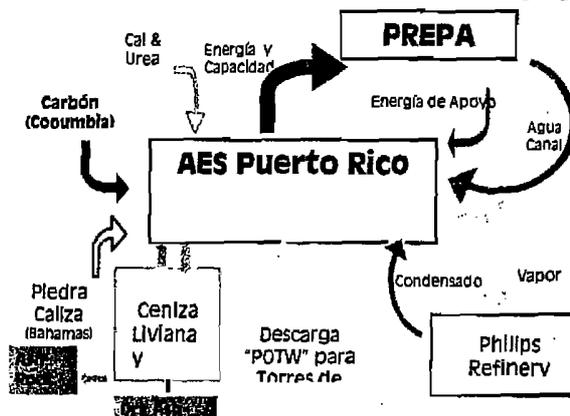


Figura 5: Áreas de manejo y almacenaje de carbón, piedra caliza y laguna de agua de lluvia

La facilidad tiene un sistema sofisticado de tratamiento y reuso de agua para lograr ser zero-descarga y ha desarrollado un sistema de manejo eficiente de energía. El agua de lluvia que se precipita en la facilidad y que está en contacto con el carbón se colecta en una laguna y se reusa en el sistema de enfriamiento.

AES PR instaló las mejores tecnologías de control de emisiones (BACT) que existen en Estados Unidos para la reducción de emisiones de SO2 y material particulado mayor de 10 micrones que se generan durante la combustión del carbón. AES Puerto Rico es un ejemplo de un Diseño para el Ambiente de una central productora de electricidad y es considerada como una de las cogeneradoras de carbón más limpia del mundo satisfaciendo las necesidades sociales de la isla de Puerto Rico produciendo electricidad al mas bajo costo en el mercado y contribuyendo a la diversificación de las fuentes de energía.

El diseño de la facilidad incluye facilidades para el manejo, almacenaje y procesamiento de los productos derivados de la combustión del carbón ("CCP") para su posterior venta ó intercambio. La facilidad produce cenizas livianas ("fly ash") y pesadas ("bottom ash") que son la mezcla de la ceniza contenida en el carbón, residuos de carbón que no fueron quemados, y partículas de cal con una cubierta de sulfatos. Debido a que la facilidad utiliza la tecnología de CFB en condiciones atmosféricas, las características del absorbente y del carbón las características químicas varían de las cenizas mercadeadas como clase C y F según define ASTM, lo cual varía el mercado de aplicaciones. Estos materiales han sido extensamente evaluados y clasificados como no peligrosos y conceptualizados como productos con usos beneficiosos.

La utilización beneficiosa de los productos derivados de la combustión ha generado gran interés para las aplicaciones de la construcción por sus características químicas. Es mucha la información técnica desarrollada para los usos beneficiosos de estos productos pero muy poca la desarrollada con relación a los productos generados en equipos de combustión que utilizan la tecnología de cama-fluidizada circulante ("CFB"). Algunos de los usos beneficiosos técnicamente documentados, de estos productos derivados de la combustión del carbón son los siguientes:

Material geotécnico
Relleno y relleno estructural
Agrícola

Secado y estabilización de lodos y desperdicios
Solidificación de desperdicios líquidos
Estabilización y reclamo de suelos

Cubierta diaria de vertederos
Base para carreteras

Agregado Manufacturado
Relleno de minas, trincheras

Este documento presenta un resumen de los estudios realizados por AES Puerto Rico para determinar las características mecánicas y químicas de los productos derivados de la combustión del carbón producidos en AES Puerto Rico, estudios técnicos de este tipo de material, revisa el proceso del los ACFB, la clasificación del material en Estados Unidos y discute las cualidades que tiene el material para reemplazar materiales de construcción virgen maximizando el uso de los recursos. En adición se presentan los diferentes proyectos en los que se ha utilizado beneficiosamente el producto de AES en Puerto Rico en aplicaciones de construcción.

Proceso de Combustión en Cama-Fluidizada Circulante Atmosférica ó "ACFB"

La planta incorpora la tecnología de CFB's para la combustión del carbón en donde se añade piedra caliza para capturar el azufre y reducir las emisiones de dióxidos de azufre. Hay que señalar que AES compra carbón con bajo contenido de azufre, <1%. El producto secundario del proceso es un residuo inerte de ceniza compuesto por carbón que no se calcinó, varios minerales y piedra caliza de alta calidad. Numerosos estudios han confirmado que en la operación de "CFB" en condiciones atmosféricas el primer paso del proceso de captura del azufre es la calcinación del CaCO_3 .



Esta reacción es bien rápida comparado con el próximo paso que es la reacción de sulfatación.



Durante la combustión, grandes partículas caen al fondo de la cámara de combustión formando ceniza pesada mientras que la ceniza de tamaño mas pequeño y livianas se capturan en un precipitador electrostático con un 99% eficiencia. La producción de ceniza es básicamente 80 porciento de ceniza liviana y 20 porciento de ceniza pesada. Ambos productos se están segregando en su punto de origen para poder mercadearla para sus usos directos específicos sin requerir tratamiento adicional.

Reuso, Almacenaje y Manejo

Los dos productos son almacenados en silos con capacidad de almacenaje de 3 días. Estos materiales pueden ser descargados directamente de los silos a camiones de carga cerrados para su utilización beneficiosa por varios clientes en los diferentes mercados.

Normalmente se mantiene un inventario de ceniza como parte del proceso. La materia particulada que se remueve en los Precipitadores Electroestáticos en forma de ceniza liviana es reutilizada en la cámara de combustión de las calderas supliendo parte de la demanda de piedra caliza, reduciendo el consumo de este recurso. El excedente se transporta a los silos para mercadearla en Puerto Rico ó exportarla. Una porción de este material se procesa para producir agregado manufacturado. Estas cenizas son enviadas por tuberías neumáticas cerradas a dos silos de almacenaje cerrados, siendo transferidas a un sistema de mezcladoras y de hidratación donde se convierten en cenizas condicionadas. Las cenizas están compuestas principalmente de: yeso, anhídros, cal, cal hidratada, arcillas, óxidos y un contenido bajo de metales similar al de suelos naturales.

Agregado Manufacturado

La ceniza liviana y la pesada tienen diferentes aplicaciones particulares por su variación en las características químicas y físicas. El mercado tiene demanda de otras especificaciones con las que cumple el agregado manufacturado. AES PR tiene unas instalaciones de fabricación de agregado manufacturado. En dichas instalaciones se mezclan ambos tipos de ceniza con agua y sólidos del

sistema de tratamiento de agua para producir una solución de 74% de sólidos conocida como ceniza acondicionada la cual es transportada por correas al área de producción de la fábrica de agregado. La ceniza acondicionada es compactada y curada por un período de 7 a 14 días para formar el agregado manufacturado. Éste es cortado en capas con maquinaria pesada y almacenada en una pila para ser cargada a los trituradores para reducir su tamaño a piedras de 6 pulgadas o menos para su fácil manejo y transportación. El material triturado es cargado a troces de carga para venta en la isla ó a barcas para su exportación. Éste material es mercadeado con el nombre de "Rock ash".



Figura 7: Agregado manufacturado ("Rock Ash")

Clasificación del Material

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos hizo una regla final efectiva el 2 de septiembre de 1993 que eximió a los PDCC del cumplimiento con RCRA ("Resource Conservation and Recovery Act de 1976) Subtitulo C para la reglamentación de desperdicios peligrosos. Específicamente el 40 CFR 261.4(b) (4) establece que los siguientes desperdicios no son desperdicios peligrosos:

"..Fly ash waste, bottom ash waste, slag waste, and flue gas emission control waste, generated primarily from the combustion of coal ..."

Con el paso de los años ha sido ampliamente aceptado que estos materiales son capaces de reemplazar materiales competitivos que son regularmente comercializados y se conceptualizan como productos y no como desperdicios por su valor en el mercado ya que pueden ser usados directamente sin procesamiento ó refinamiento en aplicaciones de usos comerciales para usos beneficiosos.

En el año 2003 la USEPA reconoció el valor de estos productos creando el programa "Coal Combustion Products Partnership" ó programa C2P2. Ésta iniciativa reconoce que estos productos tienen usos beneficiosos que se deben promover en vez de su disposición en vertederos. Para más información del programa puede acceder la página en la internet de la American Coal Ash Association www.acaa-usa.org donde se encuentra una biblioteca electrónica de información, estudios, investigaciones, estudios de casos e información técnica de estos productos, mercados y usos beneficiosos al igual que en la página de la EPA <http://www.epa.gov/epaoswer/osw/conservation/c2p2>. El objetivo del programa es promover el uso beneficioso de los productos derivados de la combustión del carbón, ayudar a remover las barreras que limitan el uso beneficioso de estos productos y su percepción.

Las características de lixiviación de las cenizas y el agregado manufacturado fueron analizadas de acuerdo con los procedimientos de la USEPA de "Toxicity Characteristics Leaching Procedure" ó "TCLP" (EPA 40 CFR 241). Los resultados en estudios realizados por AES PR, la Junta de Calidad Ambiental de PR, la Universidad Autónoma de Puerto Rico, el Western Research Institute y los datos recopilados por la USEPA demuestran que no exceden los límites establecidos en RCRA bajo el 40 CFR 261.24. Por lo tanto al no ser desperdicios listados, ni exhibir características de inflamabilidad,

corrosividad, reactividad ó tóxicas según definidas en el 40 CFR 261 no es posible clasificarlos como desperdicio peligroso. La Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico confirmó por medio de una resolución dicha clasificación y en el caso de Puerto Rico establece que no hay permisos de manejo de desperdicios aplicables al manejo de estos productos.

Características de PDCC y Usos Beneficiosos

El PDCC tiene propiedades que permiten tener una reacción cementicia y puzolánica. Un material con propiedades puzolánicas es uno inorgánico que reacciona con cal y agua generando un producto endurecido, como las propiedades de los depósitos de lava y ceniza volcánica. La roca de ceniza liviana tiene excelentes propiedades para usarse como relleno ó relleno estructural según mencionan el doctor Dallas N. Little, Ph.D,P.E. y Syam Kochyil del Instituto de Transportación de Texas de la Universidad de Texas A&M en su Reporte de Evaluación de las Propiedades Físicas, Mecánicas y Químicas del Agregado Manufacturado en AES Puerto Rico. El objetivo del estudio fué analizar el potencial de usos beneficiosos del agregado manufacturado en AES PR como material de construcción civil. El agregado manufacturado consiste de partículas de ceniza liviana y pesada aglomeradas que ganan dureza con el tiempo y la humedad debido a reacciones cementicias. El estudio se enfoca en las propiedades mecánicas y de durabilidad cuando son usadas como base de capas de pavimento, como relleno estructural, ó como material de terraplen.

Propiedades Químicas y Físicas

La Tabla 1 presenta los componentes de interés típicos cenizas generadas en unidades "ACFB". Hay una disminución general en CaO y SO₃ cuando disminuye el contenido de azufre en el combustible. Las cenizas contenidas en el carbón contribuyen al contenido de sílica, alumina y ciertas cantidades de alquilos. Se han realizado estudios donde se confirma que éstas cenizas típicamente se componen principalmente de CaSO₄, cal [CaO], cuarzo [SiO₂] y óxidos asociados con el hierro, magnesio y "dehydroxylated clay". La ceniza liviana es bien fina y más del 80% pasa la malla de 200-"mesh"(74 um). Como resultado, con éstas cenizas livianas se puede fácilmente hacer una pasta de tipo - cementos sin tener que molerla. Las densidades típicas están cerca de los 540 kg/m₃. La densidad de como están cerca de los 840 kg/m₃. La gravedad específica está típicamente cerca de 2.2.

Figura 8. Resultados de la Gradación Típica del agregado manufacturado

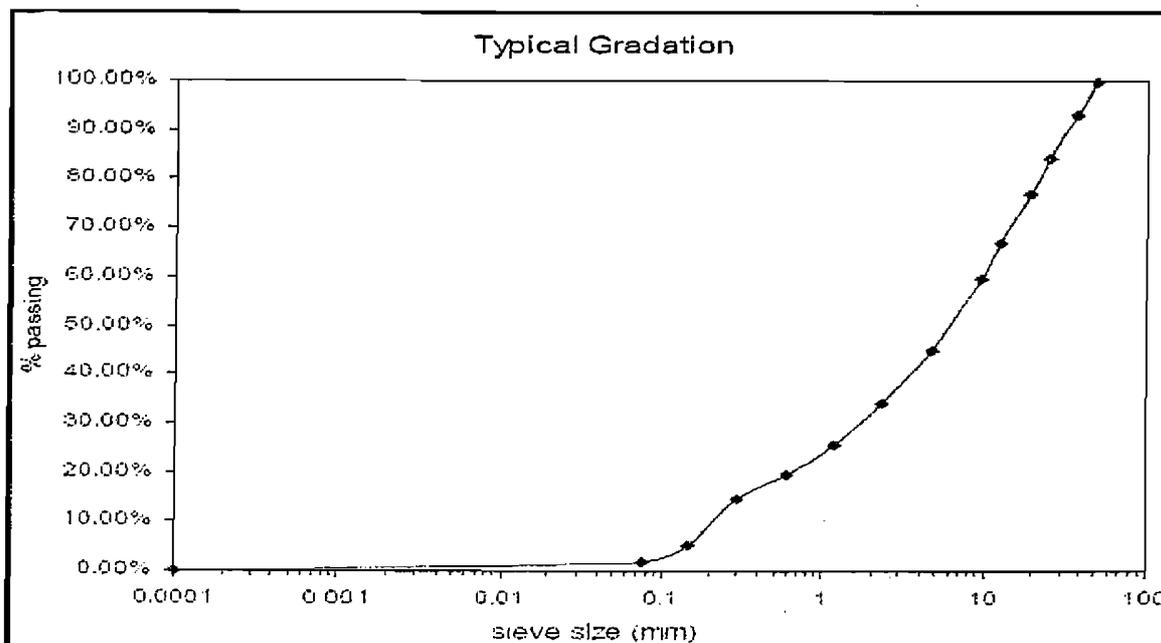
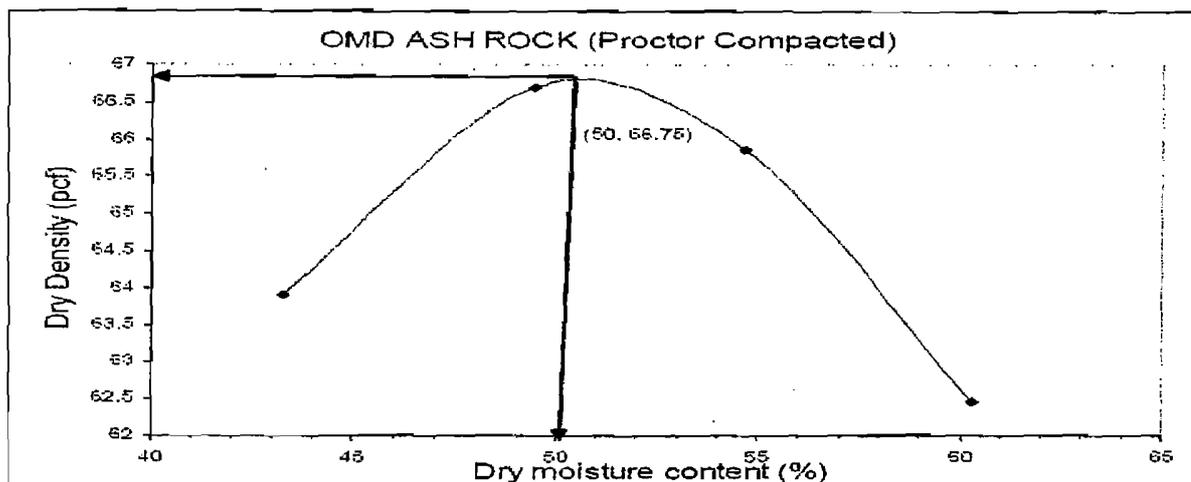


Figura 9. Relación de Humedad-densidad del agregado Manufacturado siguiendo los protocolos de ASTM D-698



La roca de ceniza liviana ó "Rock fly ash" ("RA") es un material abrasivo sensible a la humedad, por lo cual los usos deben ser evaluados caso a caso. El contenido óptimo de humedad para alcanzar el esfuerzo de compactación es 50 por ciento y una densidad máxima aproximada de 70 pcf. Un esfuerzo adicional de compactación no tiene un impacto significativo en el "RA". Ésta puede ser percibida como una ventaja ya que la mayoría de los contratistas encuentran oneroso alcanzar densidades mayores a la energía Proctor. La resistencia de compresión sin confinar es sustancialmente mayor que la de los suelos y agregados más competitivos debido a la actividad puzolánica. Cabe resaltar que en un estado sin confinar, el RA perderá la mayoría de su resistencia por su asimilación capilar. Aunque, cuando algún nivel de confinamiento es provisto, la resistencia por fricción, inclusive después de periodos tradicionales de asimilación, el RA provee una calidad moderada de resistencia de fricción competitiva con las de clase 2.5 ó mejores materiales cuando se clasifica siguiendo el método de clasificación de Texas Triaxial.

Según los resultados del estudio de los productos de AES tienen características similares a las ya identificadas en el estudio del Western Research Institute "A comparison Study of ACFB and PCFB Ash Characteristics" que provee información típica de los las características físicas, químicas, y detalles técnicos referentes a las diferentes aplicaciones.

Aplicaciones en la Construcción

Hay una amplia lista de estudios disponibles sobre los potenciales usos beneficiosos de las cenizas producidas en unidades "ACFB" que datan del 1980. (Anthony 1995, Kilgour 1991, Sun 1980, Tavoulareas 1987; Conn 1997; Bland 1998; Bland 1999).

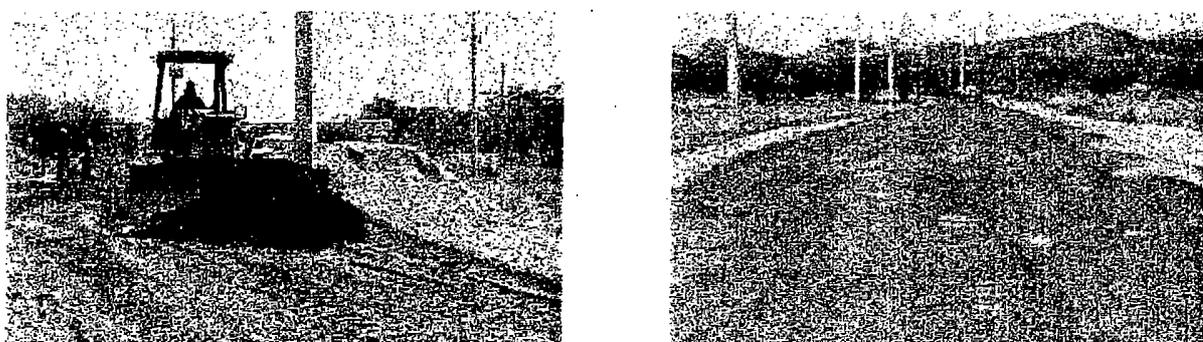


Figura 10: Proyecto de construcción de carreteras de tierra usando ceniza y agregado como base

Los productos derivados de la combustión del carbón en unidades "CFB" son utilizables como relleno estructural y llenados flotables. Estas aplicaciones caen bajo la descripción de Materiales Controlados de Baja Resistencia ó mejor conocidos por sus siglas en inglés CLSM's. Un sin número de aplicaciones para CLSM's han sido documentadas incluyendo relleno de excavaciones y minas, camada de trincheras y tuberías, rellenos estructurales y bases de carreteras. Como relleno estructural, ofrece la ventaja de tener un menor peso por unidad comparado con los materiales comúnmente usados. Esta característica hace de estos productos un buen material cuando se aplica en suelos suaves y al lado de las estructuras. Las propiedades cementicias de endurecimiento la hacen más fuerte que los suelos normales al compactarlas. Cuando se usa como rellenos flotables en una trinchera de tubería u otras áreas difícil de acceder, el material logra una buena fortaleza de compresión, pero aún así pueden ser removidas más tarde por medio de excavación mucho más fácil que con el concreto.

Las cenizas de ACFB no pueden ser clasificadas como Clase F ó C bajo ASTM C618 por su bajo contenido de óxidos de hierro, alumina y silica y alto contenido de sulfatos SO_3 , ni cualifican como cemento Portland. Pero tiene un potencial de usarse en bloques de concreto con un menor peso. Aunque hay que monitorear el contenido de carbón, cal libre y sulfatos ya que estos componentes en ciertas cantidades pueden contribuir a la no uniformidad de los bloques ó a la formación de hidróxidos de calcio solubles en agua debilitando el bloque al contacto con la humedad. Por tales razones estos productos no pueden ser preferidos para su utilización en la construcción pesada.



Figura 11: Proyecto de Relleno

En conclusión éstos productos tienen aplicaciones pero limitadas en la producción de concreto y cemento por ejemplo en el cemento Tipo IP (puzolánicos) sustituyendo al "gypsum". Esta aplicación cae bajo el ASTM C595. Son un buen material para rellenos estructurales, bases de carreteras, relleno de excavaciones y trincheras.

Aplicaciones implementadas por AES PR y proyectos pilotos

La facilidad a construido unas facilidades para el almacenaje de las cenizas livianas y pesadas par cargar camiones abiertos y cerrados. También a construidos facilidades para fabricar agregado manufacturado. AES PR ha completado proyectos pilotos de utilización de agregado manufacturado para la reparación y base de carreteras de tierra y como relleno. Se utiliza actualmente la ceniza pesada proveniente directamente del silo como cubierta diaria de vertederos. Se han realizado pruebas para manufacturar plásticos con aplicaciones decorativas en la construcción. Está en proceso de aprobación de permisos otros usos en la construcción y planes de mitigación de minas.

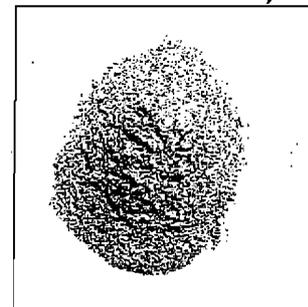
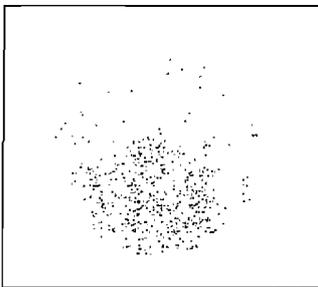


Figura 12: Cenizas Pezadas ("Bed Ash"), Agregado manufacturado ("Rock Ash") y Cenizas Livianas ("Fly Ash")

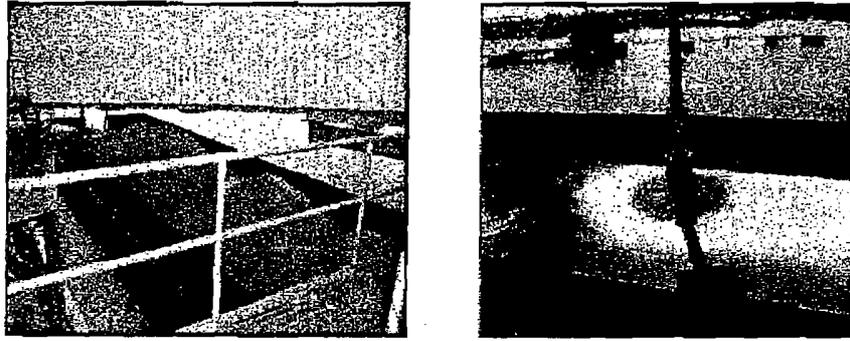


Figura 13. Facilidades de manejo de cenizas y producción de agregado manufacturado

Planes Futuros

AES está desarrollando proyectos de investigación para desarrollar mas datos técnicos (ingeniería) con respecto a otros potenciales usos beneficiosos para expandir el mercado de oportunidades. Se está coordinando con la National Concrete Masonry Association para realizar pruebas para determinar las especificaciones de mezcla adecuadas para que el material que produce AES PR pueda utilizarse como remplazo del cemento y que cumpla con las especificaciones de la ASTM. La Agencia de Protección Ambiental de E.U., la American Coal Ash Association y la Federal Highway Administration iniciaron en el 2003 el programa "Coal Combustión Products Partnership" ó C2P2 para promover el usos beneficiosos de estos productos, reducir las barreras actuales ó percepciones negativas que limitan el uso beneficioso de estos productos por la falta de entendimiento ó información de los usuarios finales ó agencias estatales de los potenciales usos. AES Puerto Rico es miembro voluntario de este programa.

Conclusión

Los productos generados por AES PR tienen propiedades valiosas para aplicaciones en el área de la construcción. Las barreras a los usos beneficiosos de los productos derivados de la combustión del carbón específicamente los generados en unidades de cama fluidizada circulante operadas en condiciones atmosféricas se deben a ambientes altamente regulados, burocráticos, la desinformación ó mitos del pasado. Se ha desarrollado mucha información técnica para definir la calidad de los materiales, mezclas, composiciones y aplicaciones de uso beneficiosos de éstos productos. Aunque aún hay la percepción de que estos productos son un desperdicio la educación y el apoyo del gobierno para levantar estas barreras es la clave para la maximización del uso de los recursos naturales para un desarrollo sustentable dentro de un ámbito de ecología industrial. AES está en la búsqueda continua de nuevos usos, trabajando en el desarrollo de investigaciones y fomentando actividades de educación a todos los niveles de nuestra sociedad para cumplir con su responsabilidad social ambiental. Éstos productos podrían ayudar a resolver muchos problemas ambientales y proveer soluciones a diferentes mercados en el área de construcción y la transportación.

Referencias

- (1) Standard for Characterizing Fly Ashs for potential uses, ASTM.
- (2) Standard for Characterizing Fly Ash for use in concrete, ASTM
- (3) Standard for Characterizing for Mixtures for structural fills and construction, ASTM
- (4) K.M. Sellakumar and R. Conn, Westen Research Institute, "Comparison Study of ACFB and PCFB ASH Characteristics", agosto 1999.
- (5) Combustion Products Management, Inc., " CFB Ash Applications", 2005
- (6) Debra Pflughoeft-Hassett and David Hassett, University of North Dakota, "Developing Beneficial Use Rules for Coal Combustion Products", 2001
- (7) Syam Kochyil and Dallas N. Little, Ph.D, P.E., Texas Transportation Institutes Texas A&M University, "Physical, Mechanical and Chemical Evaluation of Manufactured Aggregate", septiembre 2004

TABLAS

TABLAS

Tabla 1. Composición Típica de la Ceniza seca producida en "ACFB" quemando carbón de bajo contenido de azufre

Componente	Contenido en la ceniza liviana
Ceniza, %	7.32
S, %	0.55
SO ₃	8.0
CaO libre	28.5

Tabla 2: Gravedades Específicas

Bulk specific Gravity	Coarse Aggregate	1.164
Bulk SSD specific Gravity	Coarse Aggregate	1.733
Apparent specific Gravity	Coarse Aggregate	2.701
Bulk specific gravity	Fines	2.698

Tabla 3. Permeabilidad del Agregado Manufacturado siguiendo el ASTM D-2434-68

Quantity of flow (ml)	elapsed time (sec)	Permeability k (cm/sec)
100	2001	3.96528E-05
200	3840	4.13257E-05
300	5848	4.07038E-05

Tabla 4. Análisis usando el método TCLP

Analitos	"Maximum Concentration Limits (mg/l)" (RCRA)	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Arsenico	5	<0.005	<0.05	<0.005	0.015
Bario	100	0.21	0.385	0.41	0.24
Cadmio	5	<0.005	<0.05	<0.005	<0.005
Cromio	5	<0.005	<0.05	<0.005	0.013
Plomo	5	<0.05	0.538	<0.05	<0.05
Mercurio	0.2	<0.0002	<0.0009	<0.0002	<0.05
Selenio	1	0.115	0.203	0.430	0.114
Plata	5	<0.005	<0.05	<0.005	<0.005

Tabla 5. Comparación de resultados de TCLP de los productos derivados de la combustión del carbón generados en AES PR con otros productos comerciales

Parameters	Units	EPA TCLP Regulatory Limits	Ceniza (Manufactured Aggregate)	Fly Ash	Bed Ash	Cement (Ponce Cement)	Evergreen Natural Organic Fertilizer	Rain Forest Potting Soil
RCRA - Reactivity, Corrosivity, Ignitability (RCI)								
Cyanide (Reactive)	mg/L	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Flash Point	°F	>140	>140	>140	>140	>140	>140	>140
pH	SU	<2 or >12.5	12.24	12.19	12.49	11.96	5.73	5.91
Sulfide (Reactive)	mg/L	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40
TCLP Metals								
Arsenic (As)	PPM	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Barium (Ba)	PPM	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cadmium (Cd)	PPM	1	0.16	0.07	0.07	0.12	ND	ND
Chromium (Cr)	PPM	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lead (Pb)	PPM	5	0.87	ND	ND	0.65	ND	ND
Mercury (Hg)	PPM	0.2	0.0016	0.0021	0.0021	0.0023	0.0025	0.0018
Selenium (Se)	PPM	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Silver (Ag)	PPM	5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TCLP Volatile Organics								
Vinyl chloride	mg/L	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chloroform	mg/L	6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Carbon Tetrachloride	mg/L	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzene	mg/L	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dichloroethane	mg/L	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trichloroethene	mg/L	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlorobenzene	mg/L	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TCLP Semivolatile Organics								
1,4-Dichlorobenzene	mg/L	7.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4-Dinitrotoluene	mg/L	0.13	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hexachloro-1,3-butadiene	mg/L	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hexachlorobenzene	mg/L	0.013	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hexachloroethane	mg/L	0.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2-Methylphenol (o-Cresol)	mg/L	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3&4-Methylphenol	mg/L	0.01	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrobenzene	mg/L	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pentachlorophenol	mg/L	10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Pyridene	mg/L	0.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-Trichlorophenol	mg/L	40	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,6-Trichlorophenol	mg/L	0.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TCLP Leachate Pesticides								
gamma-BHC (Lindane)	mg/L	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Chlordane	mg/L	0.003	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Endrin	mg/L	0.002	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Heptachlor	mg/L	0.0008	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Methoxychlor	mg/L	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Toxaphene	mg/L	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TCLP Leachate Acid Herbicides								
2,4-D	mg/L	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,4,5-TP (Silvex)	mg/L	0.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND